



SD11
U5992
#1

PRODUCCION DE CARBON VEGETAL: UNA OPORTUNIDAD PARA EL CARIBE

CHARCOAL PRODUCTION: AN OPPORTUNITY FOR THE CARIBBEAN



Forestry Bulletin R8-FB/U 1
September 1983

LIBRARY

JUL 15 1986

ROCKY MOUNTAIN STATION

**En cooperacion con el Departamento de
Recursos Naturales del Cobierno de Puerto
Rico y el Sr. Manel A. Guzman, Productor de
Carbon, Apartado 7433, Ponce, PR 00731**

**Prepared in cooperation with the Department
of Natural Resources, Commonwealth of
Puerto Rico, and with Manel A. Guzman,
Charcoal Producer, Box 7433, Ponce, P.R.
00731**

**USDA Forest Service
Southern Region
1720 Peachtree Road, N.W.
Atlanta, Georgia 30367**

PRODUCCION DE CARBON VEGETAL UNA OPORTUNIDAD PARA EL CARIBE

Por
Edwin D. Maldonado¹

Introducción

El carbón vegetal se produce calentando lentamente la madera y otros hidratos de carbono a temperaturas altas, hasta convertirlos en carbón casi puro. El calentar la madera hasta el punto de ebullición causa el escape de la humedad en forma de vapor; pero restringiendo la entrada de oxígeno se produce una destilación seca.

El carbón se puede hacer en hornos de ladrillo o de metal, en retortas y en drones de metal. Un método primitivo usado aún en algunos países, consiste en quemar la leña bajo ramas cubiertas con terrones y tierra suelta (Ilustración 1).

La madera se compone principalmente de hidrógeno y carbono. El calentar la madera a temperaturas moderadamente altas, o carbonizar, la descompone en varios gases combustibles y en una mezcla de brea líquida dejando libre el carbón. Este es esencialmente carbono puro, pero al enfriarse, se condensan algunos productos gaseosos en él. Los análisis demuestran que el carbón contiene hidrógeno, oxígeno, agua hidroscópica y ceniza. Un buen carbón es de color negro azulado con un lustre aceitoso; no se raja, pero se rompe como el cristal; produce un sonido metálico al golpearlo y no tiene sabor ni olor.

El proceso de convertir madera en carbón es tan antiguo como el fuego mismo. Hay datos sobre carbón radial que demuestran carbones prehistóricos de cientos de miles de años. La manufactura de carbón vegetal en los Estados Unidos ha pasado por varias etapas: desde carboneras en la tierra, a hornos de metal, hasta las costosas retortas que usan partículas finas de madera.

¹Tecnólogo, Bosque Nacional del Caribe, Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los EE. UU.

CHARCOAL PRODUCTION: AN OPPORTUNITY FOR THE CARIBBEAN

By
Edwin D. Maldonado¹

Introduction

Charcoal is produced by slow, high-temperature heating, with a restricted supply of oxygen, of wood or other carbohydrates into nearly pure carbon. Heating wood to the boiling point forces moisture in the wood to escape as vapor; restricting the oxygen supply causes dry distillation.

Charcoal is commonly produced in brick or cinder ovens or kilns, retorts, and in metal drums. An ancient method of making charcoal, still used in some countries, consists of burning piled wood covered by leaves, sod, and earth (figure 1).

Wood is composed mainly of hydrogen and carbon. The moderately high-temperature heating or coaling breaks down wood into various combustible gases and a liquid tar mixture, leaving the black charcoal. The charcoal is mostly pure carbon but, upon cooling, some gaseous products may condense on it. Analysis shows charcoal includes charcoal hydrogen, oxygen, hydroscopic water, and ash. Good charcoal is bluish black with an oily luster, doesn't split, but breaks like glass, has a metallic ring when struck, and has no taste or odor.

The process of converting wood into carbon is as old as the fire itself. Radio-carbon dating shows some prehistoric charcoals to be tens of thousands of years old. The manufacturing of charcoal in the United States has undergone many developments from earthen pit kilns to beehive kilns and now multimillion-dollar retort installations using fine wood particles.

¹Technologist, Caribbean National Forest, Rio Piedras, P.R.



Ilustración 1. — Método primitivo de producir carbón

Figure 1 — Ancient method of making charcoal

Producción de Carbón en Puerto Rico

Charcoal Production in Puerto Rico

Las importaciones anuales de carbón a Puerto Rico ascienden aproximadamente a tres millones. Actualmente, una tercera parte de la producción nacional proviene de hornos modernos, y el resto, de carboneras y hornos de tierra. La producción se concentra en el interior y en la parte sur de la isla, cerca de Fajardo y en Arecibo. Para hacer carbón en las carboneras, se colocan pedazos de leña de 3 a 4 pies (91 a 122 cm) de largo en una depresión en la tierra y se cubren con hojas de plátano y tierra. Las dos maderas más comúnmente usadas son la guavá (*Inga vera*) y el guamá (*I. laurina*), pero hay muchas más que también sirven. En el centro de la carbonera se prepara una especie de chimenea donde se colocan carbones prendidos que se dejan arder por 4 ó 5 días. Cuando el calor intenso ha encendido la carbonera, se apagan los carbones.

El carbón se envasa en sacos de alrededor de 22 libras (10 kg). Una carga generalmente produce 20 sacos.

Yearly imports of charcoal to Puerto Rico amount to about \$3 million. At present, about one-third of the Puerto Rican charcoal production is from small, modern kilns, and two-thirds is from pit or earth kilns. Most of the charcoal is produced in the interior and southern parts of the island, near Fajardo, and in Arecibo. In the crude kilns used, sticks of wood 3 to 4 feet (91 to 122 cm) long are piled in a beehive shape in a depression in the ground and covered with plantain leaves and soil. The two most common wood species are guava (*Inga vera*) and guamá (*I. laurina*); however, many other species work well. Some glowing coal is then placed within a center chimney and the charge is left to smolder for 4 or 5 days. Once the intense heating has carbonized the charge, the coals are extinguished.

Bagging of charcoal in Puerto Rico is done in burlap sacks of about 22 pounds (10 kg). Twenty bags can usually be made from each burn.

Ventajas

El carbón vegetal es muy duradero porque no se pudre. Por esta razón se usó en tiempos pasados para marcar colindancias, enterrándose pedazos en la tierra; y aún hoy en día se queman los extremos de los postes de cercas para evitar la podredumbre. También conocido por sus propiedades de absorción, el carbón puede usarse para filtrar y deodorizar el agua y para refinar el azúcar. Es fácil de prender, produce calor intenso y necesita menos oxígeno para arder que la madera. Los usos industriales del carbón son múltiples. Se usa para secar tabaco, en sistemas de calefacción central, en hornos, para refinar hierro y la limpieza de chimeneas. Es casi totalmente libre de azufre y produce buen acero para herramientas. Tiene usos metalúrgicos, usos químicos y usos en metales libre de hierro. En el hogar se usa para la calefacción, en los calentadores de agua, y para la cocina en general, especialmente para asar al aire libre.

Menos importante es el uso del carbón en la elaboración de alimento para el ganado, máscaras de gas, dinamita, fuegos artificiales y plásticos; en la producción de caucho y en dibujos artísticos. El establecimiento de facilidades para la producción de carbón en Puerto Rico y en otros países en desarrollo, crea amplios beneficios sociales y económicos. Es de gran beneficio cuando la producción de carbón se coordina con los departamentos forestales para lograr economía en materia prima y costos de raleo, y en el mejoramiento de los bosques.

Casi todas las especies de madera pueden ser convertidas en carbón para uso doméstico e industrial. Para la producción de carbón hay también otros materiales menos abundantes, como las cáscaras de nueces, cortezas o huesos que son importantes para ciertos usos específicos. Mezclando diferentes tipos de carbón se puede obtener una variedad con propiedades y cualidades más deseables.

Las maderas tropicales, tales como guava, guamá, capá, ausubo, pomarrosa, guaraguo, quenepa, roble blanco, flamboyán, casuarina, eucalipto, mangle blanco y Kadam pueden quemarse juntas. Mientras más densa la

Advantages

Charcoal is very durable because it does not decay. For this reason it was formerly used to mark land boundaries by burying it in the ground. Sometimes the ends of fence posts are charred to help resist decay. Also known for its power of absorption, charcoal can be used for filtration and deodorizing drinking water and refining sugar. Charcoal is easier to ignite and burns hotter and more uniformly than wood and needs less oxygen to burn. Industrial uses are many because of its high fuel value for drying tobacco, central heating systems, blast furnaces, refining iron ores, and cleaning smoke stacks. Because charcoal is almost entirely free from sulfur it is used in many fine-tool, steel manufacturing processes. Charcoal also has many other metallurgical uses plus chemical and nonferrous metal uses. Domestic uses include home heating, hot water, and general cooking, especially barbecuing.

Some minor uses include stock and poultry feed, gas masks, gunpowder, fireworks, plastics, rubber production, and artistic drawing. Social and economic benefits are also derived from charcoal manufacturing in Puerto Rico and developing countries. Savings in raw materials, the cost of thinnings, and in improving the remaining forest can be obtained when charcoal production is coordinated with your government's forestry department.

Nearly all species of wood can be converted into charcoal suitable for general use as a fuel for home or industry. Other, less abundant, materials than wood for charcoal include nut shells, bark or bone, which are important for specific applications. Various, desired properties and qualities of charcoal may be obtained by mixing different charcoals together.

Tropical woods such as guava, guamá, ausubo, capá, pomarrosa, guaraguo, quenepa, roble blanco, flamboyán, casuarina, eucalipto, mango blanco, kadam, may be cooked together. The denser the wood, the heavier and harder the charcoal will be for the same bulk of wood used. Rotten wood doesn't carbonize well. It results in dust or fines, as does bark or wood with a high percentage of

madera, más pesado y duro sale el carbón. La madera podrida no se carboniza bien y produce pedazos pequeños y partículas de polvo, tal como sucede con maderas de mucha corteza. Pedazos de madera curva no son deseables porque dificultan la preparación de la estiba en el horno, reduciendo así la producción de cada carga. La mejor madera para hacer carbón es aquella que esté bien seca, que mida 4 pies (122 cm) de largo y de 2 a 6 pulgadas (5 a 15 cm) de diámetro, y esté hendida perpendicularmente.

La Fabricación del Carbón

En el 1938 se fabricó un horno de metal, en forma de cono, pero cortado en la parte superior y conocido como Horno New Hampshire (Ilustración 2).

bark. Crooked sticks of wood are undesirable for tight packing in a kiln, resulting in loss of potential production per kiln charge. The best wood for kiln production of charcoal consists of thoroughly air-dried sticks 4 feet (122 cm) long and 2 to 6 inches (5 to 15 cm) in diameter with perpendicular sawn ends.

The Charcoal Operation

An above-the-ground, beehive-shaped, metal kiln was originally developed in New Hampshire in 1938, namely the New Hampshire Kiln (figure 2). Procedures for making a burn with this kiln begin with leveled, cleared land.

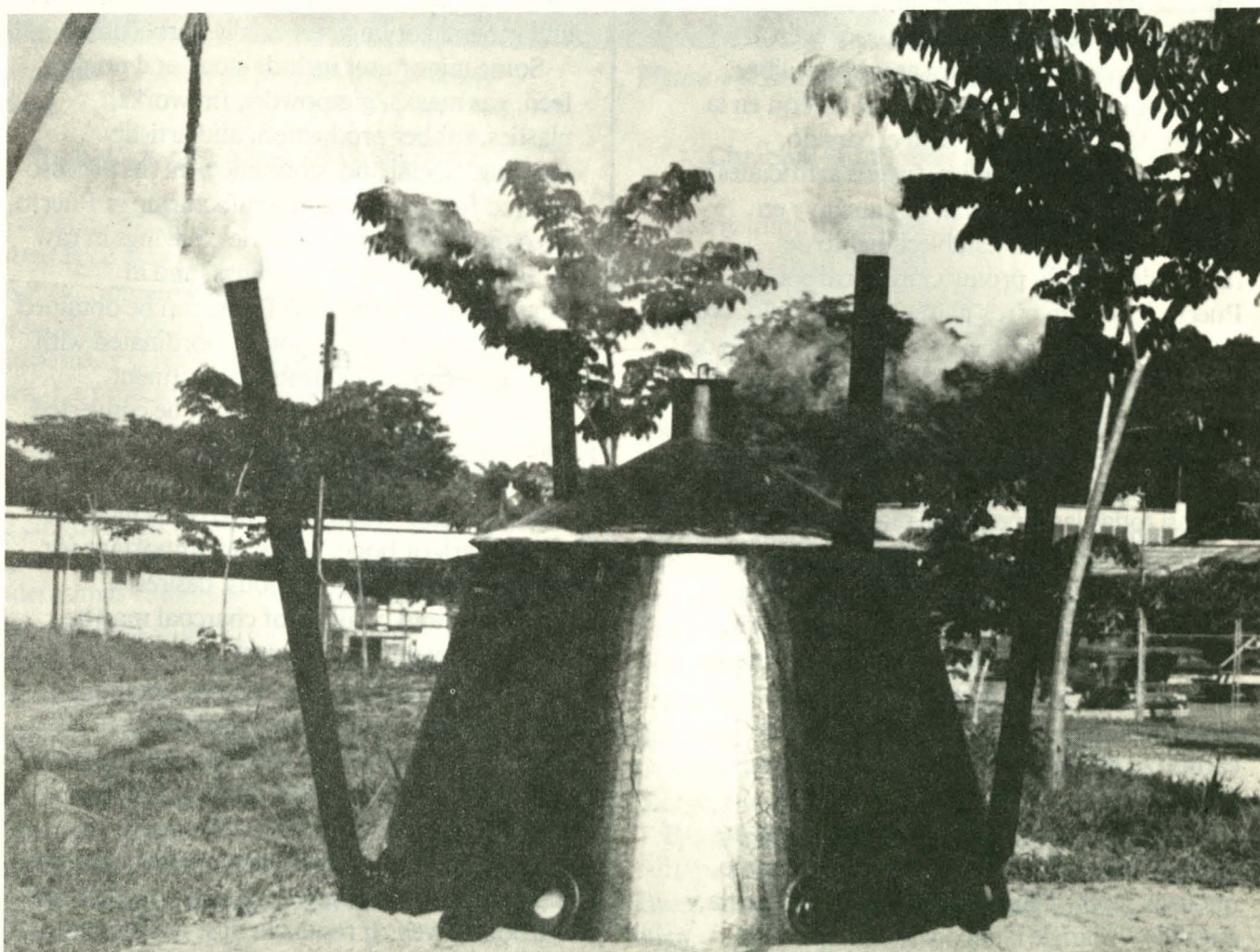


Ilustración 2. — Horno New Hampshire

Figure 2. — The New Hampshire kiln

El proceso de manufactura de carbón en este horno comienza con una superficie bien nivelada y limpia, y con el tubo del encendido instalado en el centro (Ilustración 3). Esta foto nos muestra un piso de cemento, aunque terreno arenoso de buen drenaje es también deseable ya que absorbe la humedad. El terreno suelto no se recomienda porque admite la entrada de aire y así la carga se quema muy ligero.

The area where the kiln load is first set is cleaned, then the igniting pipe is placed at the center (figure 3). This figure also shows a cement floor; sandy or well-drained soil is also suitable because moisture from the burning kiln can be absorbed. Loose, porous soil is not recommended because it admits air, permitting the charge to burn too fast.

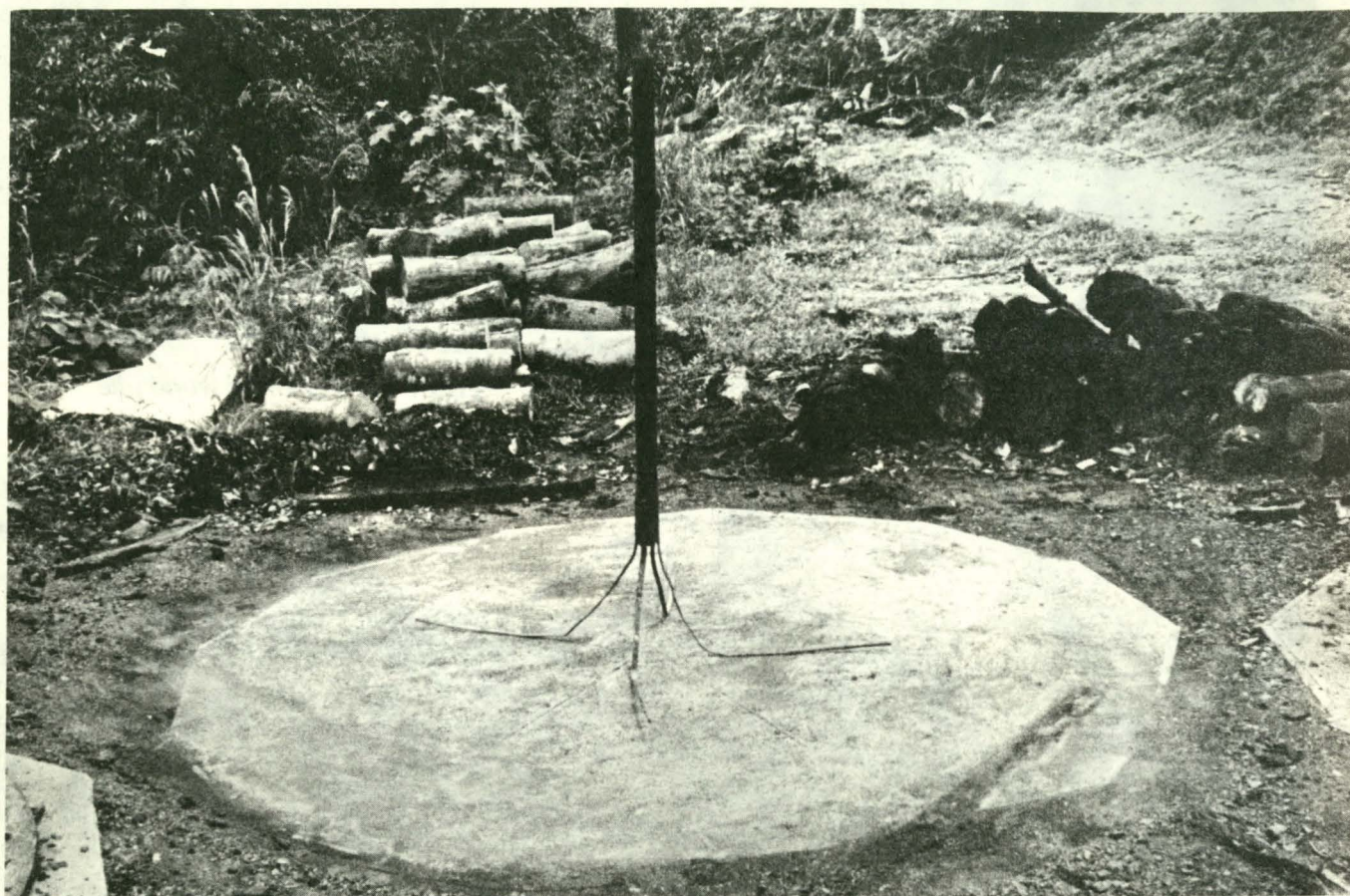


Ilustración 3. — Tubo del encendido

Figure 3. — Igniting pipe

La leña secada al aire se estiba en el horno alrededor del tubo de encendido (Ilustración 4).

Después que se termina de hacer la estiba de madera secada al aire, se instala el horno (Ilustración 5).

Pedazos de leña gruesa y piezas pequeñas se colocan en los lados y tope de la estiba completando así la carga (Ilustraciones 6, 7, 8).

Luego se instala la tapa del horno, y las aperturas alrededor de la base y del tope del horno se cubren con arena o tierra

Air dried wood is then stacked in the kiln (figure 4). The center of the stacked lumber pile serves as the ignitable kindling core.

After the air-dried wood is stacked, the kiln drum is set in place (figure 5). Chunks and small pieces are placed on the sides and top of the pile, completing the load (figures 6, 7, and 8).

At this time, the bonnet or top section of the kiln is installed and the openings around the base and top of the kiln are covered with sand

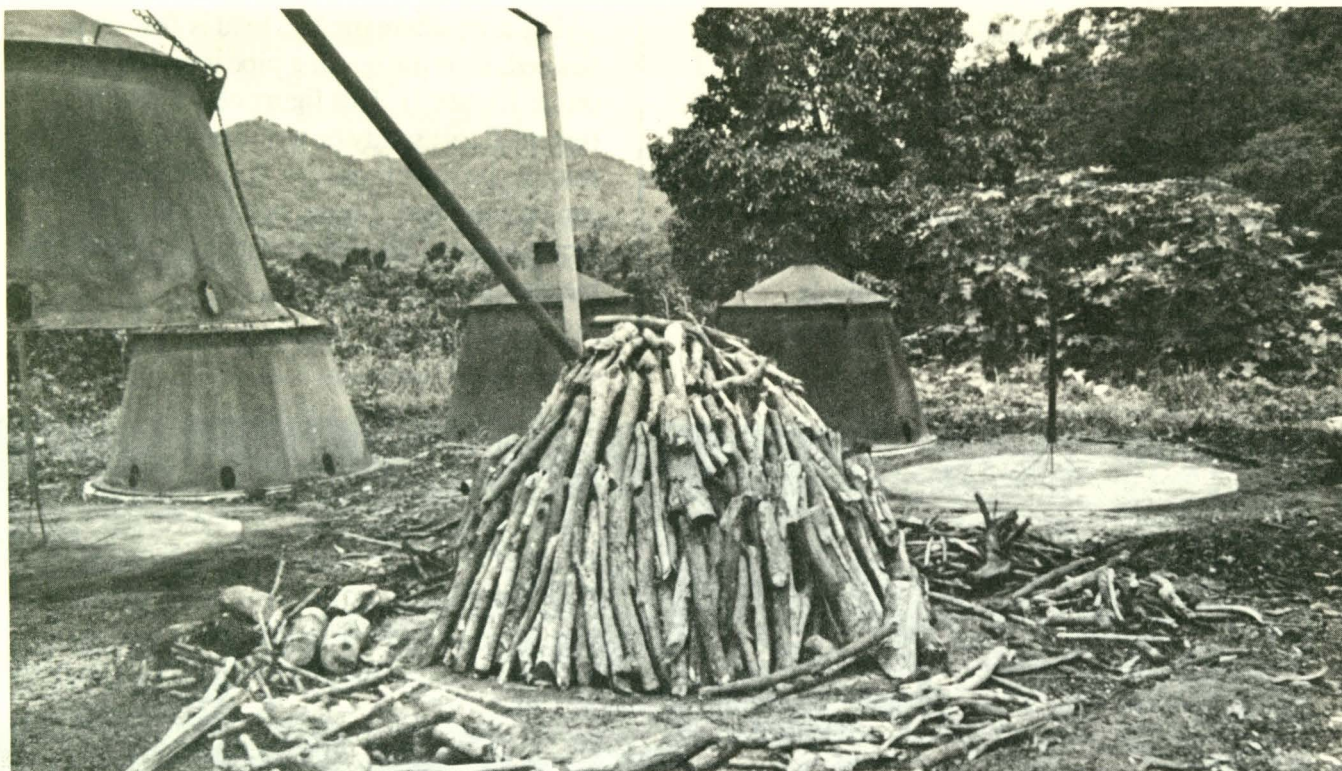


Ilustración 4. — Leña secada al aire

Figure 4. — Air-dried wood pile

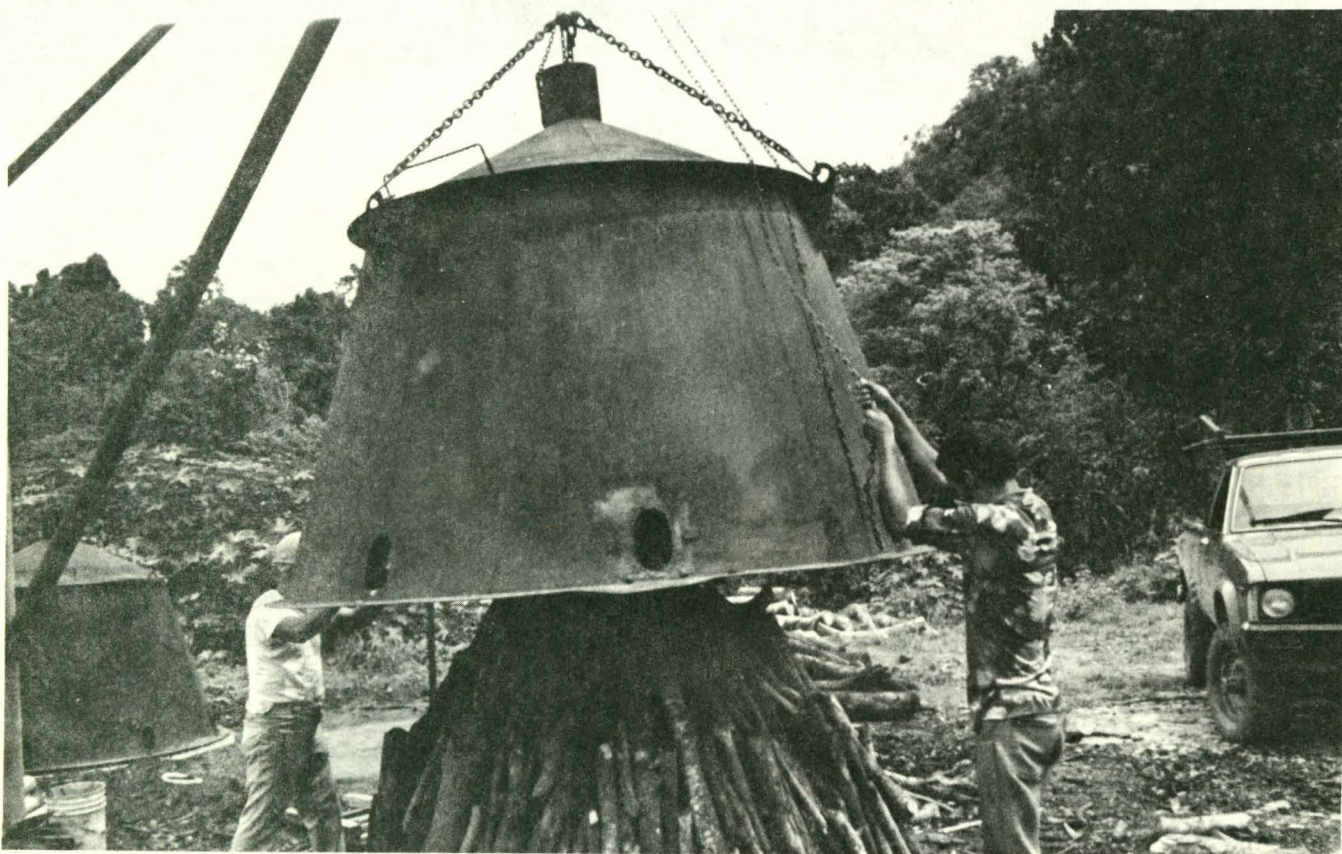


Ilustración 5. — Instalación del horno

Figure 5. — Setting kiln drum



Ilustración 6. — Cargando el horno

Figure 6. — Loading the kiln

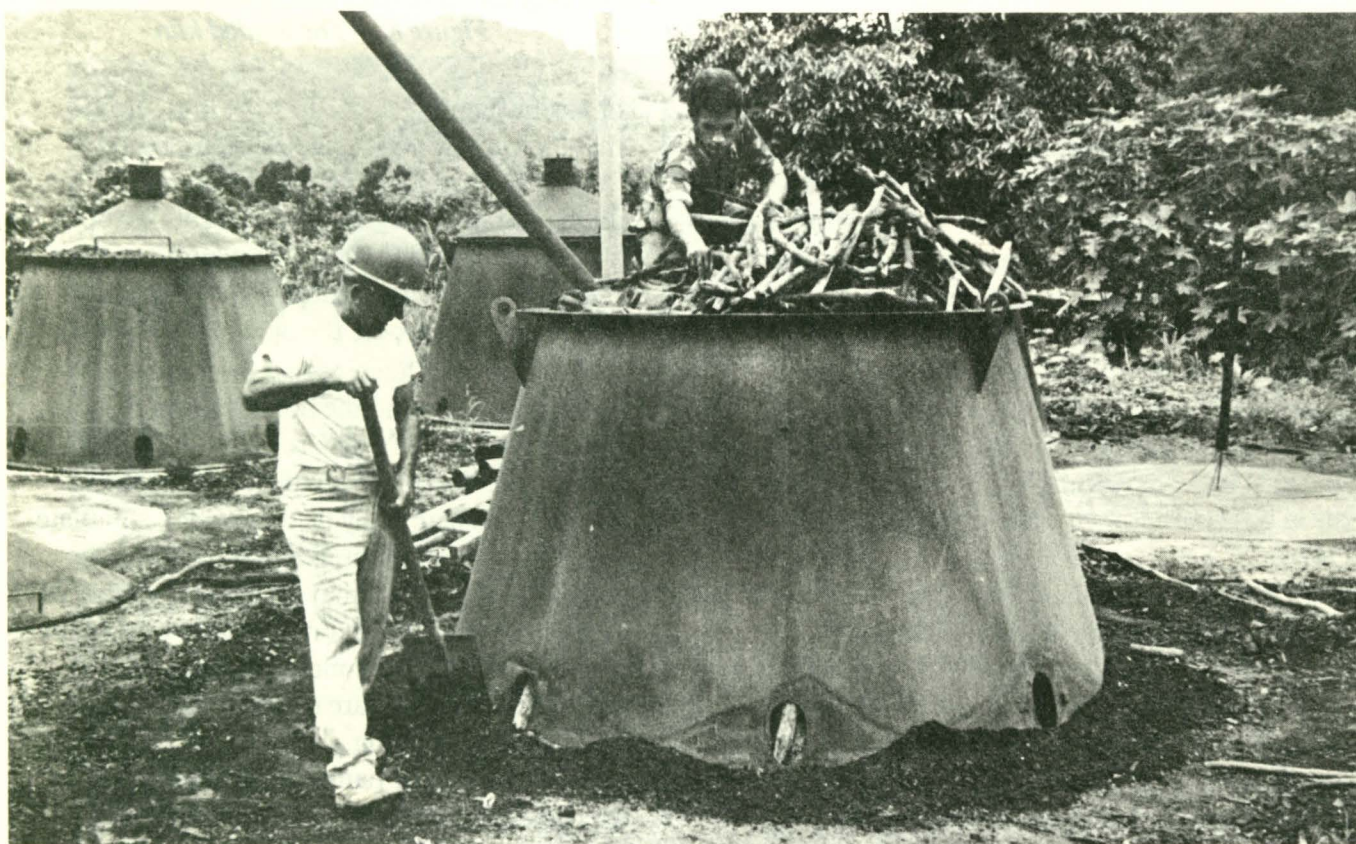


Ilustración 7. — Cargando el tope del horno

Figure 7. — Loading the top of the kiln



Ilustración 8. — El horno cargado

Figure 8. — The loaded kiln

(Ilustraciones 9 y 10). Observe que en la Ilustración 10 las aperturas de las chimeneas han sido cerradas. Un paño impregnado en aceite “diesel” o gas “kerosene” se introduce por la apertura en la parte superior de la tapa y se prende con un fósforo (Ilustración 11).

El fuego se debe dejar quemar libremente alrededor de 10 minutos (Ilustración 12) y entonces la parte superior de la tapa debe cubrirse (Ilustración 13). Las chimeneas se instalan en las aperturas localizadas alrededor de la base del perímetro del horno (Ilustración 14).

Si no empieza a salir el humo, se puede quitar la tapa para estimular el fuego. Cuando comience un flujo de humo intenso y constante la carga se deja cocinar de 24 a 30 horas, dependiendo de la clase de madera y de las condiciones de secado y carbonización. Las inspecciones periódicas de la carga son necesarias para evitar horneadas limitadas o excesivas.

or earth (figures 9 and 10). Note in figure 10 that the chimney opening has been closed.

Now the core is ignited by dropping a lit match or rag through the opening at the top (figure 11). The fire should be allowed to burn freely for about 10 minutes (figure 12), and then the lid is put over the opening (figure 13).

The chimney flue pipes are inserted in the holes located around the bottom of the perimeter of the kiln (figure 14).

If smoke doesn't begin to flow from the pipes, the lid (cap) may be removed to stimulate the fire. After constant, dense smoke is produced, the charge may be left to cook for 24 to 30 hours, depending on the kind of wood, its dryness, and coaling conditions. Periodic checking of the kilns are required to eliminate over or under cooking.

Closing down or banking may be done after the necessary cooking time by removing the flue pipes and tightly sealing the port holes, thereby stopping the burning process. Cooling



Ilustración 9. — Cubriendo las aperturas

Figure 9. — Covering openings



Ilustración 10. — Instalación de la tapa del horno

Figure 10. — Top installation



Ilustración 11. — Encendiendo el horno

Figure 11. — Igniting the kiln



Ilustración 12. — Comenzando la quema

Figure 12. — Starting the burning



Ilustración 13. — Tapando la parte superior de la tapa

Figure 13. — Installing the lid over the opening



Ilustración 14. — Instalación de las chimeneas

Figure 14. — Pipes installation

Cerrar el horno completamente debe hacerse después de que la carga se haya procesado lo suficiente, removiendo las chimeneas y cerrando las aperturas en su totalidad. El enfriamiento del carbón toma de 8 a 12 horas o hasta que el carbón y el horno estén totalmente fríos.

Para mantener el carbón puro es necesario remover la arena y la tierra primero. Luego debe quitarse el horno de su base (Ilustraciones 15 y 16).

El carbón debe separarse en tamaños adecuados y los pedazos grandes deben partirse. La madera que no se convierta en carbón debe usarse en la próxima carga. El carbón puede empacarse como se demuestra en la Ilustración 17.

usually takes from 8 to 12 hours, or until the kiln and charcoal are stone cold.

The kiln should be lifted from its base after removal of all the sand or earth from the bonnet or tip, and around the base (figures 15, 16). Removing the sand or earth first is necessary to keep the charcoal pure. The charcoal should be screened and the larger lumps broken. Incompletely carbonized sticks should be recycled. The charcoal may be bagged as shown in figure 17.

Yields

The yield of charcoal from a given amount of wood depends on the amount of carbon in the wood. On the average, carbon makes up about 50 percent of the dry weight of wood. Heartwood yields denser charcoal than



Ilustración 15. — Levantando el horno

Figure 15. — Lifting the kiln



Ilustración 16. — Seleccionando el carbón

Figure 16. — Screening of charcoal



Ilustración 17. — Empacando

Figure 17. — Bagging

Producción

El rendimiento de carbón de una cantidad determinada de madera depende de la cantidad de carbón que ésta contenga. En promedio, el carbón producido equivale al 50 por ciento del peso de la madera seca. La madera del corazón produce un carbón más denso que la madera de albura de la misma especie.

El rendimiento de una carga de carbón es aproximadamente 89.5 por ciento carbón sólido, 4.5 por ciento materia volátil, 3.5 por ciento ceniza y 2.5 por ciento humedad. Una carga típica puede producir astillas, polvillo, cenizas y pedazos mal carbonizados que se descartan. El carbón se parte en pedazos que luego se deben cernir para adquirir un tamaño uniforme. El polvillo y las astillas que pasan por el cedazo pueden utilizarse para hacer carbón compacto o para cualquier otro uso industrial.

La producción por carga se muestra en la tabla 1. En cinco cargas usando maderas tropicales duras, el promedio fue de 481 libras (218 kg) de carbón por carga, excluyendo la materia indeseable. En comparación, el promedio del carbón producido de maderas duras en un período de 9 años en New Hampshire, fue de 328 libras (148 kg) por carga aproximadamente. En Puerto Rico, la producción promedio por cuerda de leña fue de 802 libras (364 kg) aproximadamente.²

Datos Operacionales

Las cinco cargas que se describen en la tabla 1 incluyen varias combinaciones de especies y densidad de maderas que variaban desde madera verde hasta maderas secadas al aire con contenido de humedad de 15 por ciento. Los mejores resultados fueron obtenidos cuando los pedazos medían 4 pies (122 cm) de largo y los diámetros eran de medida uniforme. En el horno caben de 0.5 a 0.6 cuerdas de leña.

Dependiendo de la mezcla de especies, el

¹ Cuerda de leña igual que estaba de leña sin pelar, redondeada, de 4 x 4 x 8 pies ó 128 pies cúbicos, ó 3.626 metros cúbicos.

sapwood of the same species. All wood should be dried out well before coaling.

The yield of a burn is about 89.5 percent fixed carbon, 4.5 percent volatiles, 3.5 percent ash, and 2.5 percent moisture. A typical charge may produce sticks, fines, ash, and partly charred wood, which are discarded. The charcoal is broken into pieces which are shoveled onto screens for sifting. The fines and small lumps which pass through the screens may be collected for making briquettes and for some industrial uses.

Yields per burn are shown in table 1: In five burns using tropical hardwoods we averaged 481 pounds (218 kg) of charcoal per cook, excluding brands, fines and ash. In comparison, the yield from burns of hardwood over a 9-year period in New Hampshire, averaged 327.6 pounds (148.6 kg). Our average yield in Puerto Rico is 801.7 pounds (363.5 kg) of charcoal per cord of wood.²

Operational Data

The five burns from which table 1 data was developed included several species combinations, and wood densities and conditions that varied from air-dried (15 percent moisture content) to green material. Best results were obtained when wood was in 4-foot (122 cm) lengths and of uniform diameter size. The kiln holds 0.5 to 0.6 cords of wood.

Depending on the species mix, the weight of the charcoal ranged from 21 to 28 pounds (9.5 to 12.7 kg) per bag and averaged 23.5 pounds (10.6 kg). Most of the Puerto Rican species are suitable for charcoal. The mix of very heavy and very light species is not recommended.

Safety

Production hazards occur because of neglect of the kiln or storage conditions. Before sale, the packaged charcoal must be stored for a few days to make sure there is no danger of fire.

² A cord equals a pile of unpeeled round wood 4 x 4 x 8 feet or 128 cubic feet, or 3.625 m³.

Tabla 1. — Resultados de Cinco Cargas en un Horno New Hampshire en Puerto Rico

Carga núm.	Madera		Condición de humedad	Horas de combustión	Preparar la carga (horas)	Vigilar la carga (horas)	Empaque y almacenaje	Producción	
	Especies	%						Sacos	Peso (lbs.)
1	Kadam Mangle blanco	60 40	Secado al aire	15½	2	3	5	22	468
2	Kadam Mangle blanco	60 40	Secado al aire	25	3	3	6	27	577
3	Kadam Mezclado	85 15	Secado al aire	18¾	2	1	5	27	563
4	Maderas duras* Mezclada (10 especies)		Verde	54	2	2	6	11†	307
5	Maderas duras Mezcladas (10 especies)		Parcialmente verdes	26¼	2	1	3	19½	490

*Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), Guaba (*Inga vera*), Guamá (*I. Laurina*), Mango (*Mangifera indica* L.), Pomarrosa (*Eugenia jambos* L.), Quenepa (*Malicoceus bijugatus*), Capá blanco (*Petitia domingensis* Jacq), Guaraguao (*Guarea guidonia* L.), Roble blanco (*Tabebuia heterophylla*), Flamboyán (*Delonix regia*).

†Cerca de un 20% de la carga se convirtió en cenizas debido a empaque desigual y método de elaboración.

Table 1. — Summary of Five Burns in a New Hampshire Kiln in Puerto Rico

Burn no.	Wood		Moisture condition	Cooking hours	Loading (man hours)	Fire tending (man hours)	Bagging & storage (man hours)	Yield	
	Species	%						Bags	Wt. (lbs.)
1	Kadam Mangle blanco	60 40	Air dry	15½	2	3	5	22	468
2	Kadam Mangle blanco	60 40	Air dry	25	3	3	6	27	577
3	Kadam mixed	85 15	Air dry	18¾	2	1	5	27	563
4	Mixed hardwoods* (10 species)		Green	54	2	2	6	11†	307
5	Mixed hardwoods (10 species)		Partly green	26¼	2	1	3	19½	490

*Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), Guaba (*Inga vera*), Guamá (*I. Laurina*), Mango (*Mangifera indica* L.), Pomarrosa (*Eugenia jambos* L.), Quenepa (*Malicoceus bijugatus*), Capá blanco (*Petitia domingensis* Jacq), Guaraguao (*Guarea guidonia* L.), Roble blanco (*Tabebuia heterophylla*), Flamboyán (*Delonix regia*).

†About 20 percent of the load was burned to ashes because of an uneven loading and burning process.

peso del carbón fluctúa entre 21 a 28 libras (9.5 a 12.7 kg) por saco y el promedio es de 23.5 libras (10.6 kg). La mayor parte de las especies de madera de Puerto Rico son deseables para la producción de carbón. No es recomendable mezclar especies de madera muy duras con especies muy blandas.

Seguridad

Los riesgos de producción ocurren por negligencia en la operación del horno o por malas condiciones de almacenaje. Antes de la venta, el carbón empacado debe ser guardado por varios días en un sitio donde haya circulación de aire, para asegurar que no surja peligro de fuego. Aunque la causa no es bien conocida, en el carbón humedo puede ocurrir combustión espontánea y por eso hay que asegurarse que esté completamente seco. La acumulación de gases en el horno puede resultar en una explosión si no hay suficiente entrada de aire. Mientras más seca la leña, más rápida es la carbonización con mayores posibilidades de fuego o explosiones. Deben tomarse precauciones especiales al encender la carga y al abrir el horno, aún cuando se haya enfriado, ya que existe la posibilidad de gases venenosos. Es recomendable tener agua cerca para la protección en contra de los fuegos.

Especificaciones Federales

De acuerdo al Federal Standard Stock Catalogue, las especificaciones adecuadas son las siguientes:

El carbón debe hacerse de maderas duras o blandas. Debe ser negro, de color opaco, en terrones. Las briquetas deben ser pulverizadas, granuladas, comprimidas y atadas por medio de ligaduras adecuadas. No más de 1% por peso de leña mala o materia extraña es permitida en cada carga. El contenido de ceniza no debe ser más de 4% en terrones ó 6% en briquetas; no más de 5% a 20% de materias volátiles.

A pesar de la excelente demanda general, las probabilidades de ganancias razonables de una operación cualquiera dependen grandemente de la eficiencia del productor, de las condiciones operacionales y del mercado disponible. Los

Although the cause is not clearly understood, damp charcoal can undergo spontaneous combustion, so it must be kept dry. The accumulation of gases may result in kiln explosions if there is insufficient air intake. The drier the wood, the faster the coaling action takes place, with greater possibilities of kiln fire or explosion. Once a charcoal fire starts, it is difficult to extinguish. Special precautions should be taken in igniting a charge, and on opening the kiln even after it has cooled because of the possible presence of poisonous gas. Water nearby is desirable for fire protection.

Federal Specifications

The *Federal Standard Stock Catalogue* gives the following specifications:

Charcoal shall be made of hard or soft wood. Black, nonlustrous in lump form. Briquettes shall be pulverized, granulated, compressed, and held together by a suitable binder. Not more than 1% by weight of poor wood or foreign materials allowed in burnings. Ash content no more than 4% in lump form or 6% in briquette. No more than 5% moisture or 20% volatile matter.

Despite excellent overall demand, the prospects for reasonable returns from a given operation depend largely on the efficiency of the producer, operational conditions and available markets. Production costs, market demand, and returns for each operation differ widely, requiring well-organized business management.

Copies of the instructions for the construction of charcoal kilns can be obtained by writing to:

Forest Supervisor, Caribbean National Forest
P.O. Box AQ, Río Piedras, PR 00928

OR

Department of Natural Resources
Box 5887, Puerta de Tierra
San Juan, PR 00906

costos de producción, la demanda del mercado y las ganancias por cada operación varían grandemente con cada productor, y requieren una buena organización comercial.

Copias de las instrucciones para la construcción de hornos para la manufactura de carbón pueden obtenerse escribiendo a:

Supervisor Forestal
Bosque Nacional del Caribe
Apartado AQ
Río Piedras, P.R. 00928

O

Departamento de Recursos Naturales
Apartado 5887 — Puerta de Tierra
San Juan, P.R. 00906

Lecturas Recomendadas

Baldwin, H.I. The New Hampshire charcoal kiln. Fox Forestry Notes. Bulletin 11. Hillsboro, NH: N.H. Forestry and Recreation Comm; 1958. 84p.

Earl, D.E. Charcoal — An Andre Mayer fellowship report. Rome, Italy: Food and Agric. Organization of the United Nations; 1974. 97 p.

U.S. Department of Agriculture. Charcoal production, marketing, and use. Forest Products Laboratory Report 2213. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Products Laboratory; 1961. 137 p.

Recommended Reading

Baldwin, H.I. The New Hampshire charcoal kiln. Fox Forestry Notes. Bulletin 11. Hillsboro, NH: N.H. Forestry and Recreation Comm; 1958. 84p.

Earl, D.E. Charcoal — An Andre Mayer fellowship report. Rome, Italy: Food and Agric. Organization of the United Nations; 1974. 97 p.

U.S. Department of Agriculture. Charcoal production, marketing, and use. Forest Products Laboratory Report 2213. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Products Laboratory; 1961. 137 p.